



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Akt nz ich n: P 37 17 128.3  
22 Anmeldetag: 21. 5. 87  
43 Offenlegungstag: 8. 12. 88

*Dr. H. J. Jentschura*

DE 37 17 128 A 1

71 Anmelder:

Welland & Tuxhorn Armaturen- und  
Maschinenfabrik, 4800 Bielefeld, DE;  
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der  
Wissenschaften eV, 3400 Göttingen, DE

74 Vertreter:

Viering, H., Dipl.-Ing.; Jentschura, R., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:

Meier, Gerd E. A.; Hiller, Winfried J.; Bäcker, Ralf,  
3400 Göttingen, DE; Kalisch, Manfred, Ing.(grad.),  
3407 Gleichen, DE; Menne, Andreas, 3500 Kassel,  
DE; Saß, Jochen, Dipl.-Ing., 4800 Bielefeld, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Durchfluß-Regelventil für ein flüssiges oder gasförmiges Strömungsmedium

Durchfluß-Regelventil für ein flüssiges oder gasförmiges Strömungsmedium, mit einem Hohlzylinder, welcher von einem Zuströmraum umgeben ist und eine Wirbelkammer umgrenzt und in welchem eine Mehrzahl von Ventilöffnungen ausgebildet sind, die mittels eines Stellkörpers absperrbar sind und in die Wirbelkammer im wesentlichen tangential einmünden, derart, daß in der Wirbelkammer ein für die jeweilige Stellung des Stellkörpers stationärer Strömungswirbel erzeugt wird, an welchen die aus den Ventilöffnungen, von denen mehrere am Umfang des Hohlzylinders und axial zu diesem verteilt angeordnet sind, in die Wirbelkammer eintretenden Austrittsströme angelegt werden und welcher in einen sich an die Wirbelkammer coaxial anschließenden Abströmraum austritt. Erfindungsgemäß ist der Zuströmraum als mit einem tangentialen Einlauf versehener Drallraum ausgebildet, wohingegen der Stellkörper ein in dem Hohlzylinder axial verschiebbarer Kolben ist und die Ventilöffnungen an ihrer Einlaufkante trichterförmig abgerundet sind und sich bis zu der Wirbelkammer hin verjüngen, derart, daß ihr engster Querschnitt an der Innenfläche des Hohlzylinders liegt. Vorzugsweise ist in dem Abströmraum eine sich axial erstreckende Drallbremse angeordnet, deren Einlauf diffusorfrei ausgebildet ist und die aus mehreren, als Rotationshohlkörper ausgebildeten, zu dem Abströmraum konzentrischen Reibteilen besteht, die miteinander wenigstens einen Abströmspalt bilden.

DE 37 17 128 A 1

1. Durchfluß-Regelventil für ein flüssiges oder gasförmiges Strömungsmedium, mit einem Hohlzylinder, welcher von einem Zuströmraum umgeben ist und eine Wirbelkammer umgrenzt und in welchem eine Mehrzahl von Ventilöffnungen ausgebildet sind, die mittels eines Stellkörpers absperrbar sind und in die Wirbelkammer im wesentlichen tangential einmünden, derart, daß in der Wirbelkammer ein für die jeweilige Stellung des Stellkörpers stationärer Strömungswirbel erzeugt wird, an welchen die aus den Ventilöffnungen, von denen mehrere am Umfang des Hohlzylinders verteilt angeordnet sind, in die Wirbelkammer eintretenden Austrittsströme angelegt werden und welcher in einen sich an die Wirbelkammer coaxial anschließenden Abströmraum austritt, dadurch gekennzeichnet, daß der Zuströmraum (2) als mit einem tangentialen Einlauf (7) versehener Drallraum ausgebildet ist, daß der Hohlzylinder (1) als Lochzylinder ausgebildet ist, an welchem die von den Löchern gebildeten Ventilöffnungen (4) am Umfang und axial verteilt sind, daß der Stellkörper ein in dem Hohlzylinder (1) axial verschiebbarer Kolben (5) ist und daß die Ventilöffnungen (4) an ihrer Einlaufkante (8) trichterförmig abgerundet sind und sich bis zu der Wirbelkammer (3) hin verjüngen, derart, daß ihr engster Querschnitt (9) an der Innenfläche des Hohlzylinders (1) liegt.

2. Durchfluß-Regelventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Ventilöffnungen (4) und/oder deren Verteilung am Umfang des Hohlzylinders (1) in Axialrichtung desselben unterschiedlich ist.

3. Durchfluß-Regelventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Axialaustritt der Wirbelkammer (3) als Staudüse ausgebildet ist.

4. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die die Wirbelkammer (3) begrenzende Stirnseite (10) des Stellkolbens (5) konkav, insbesondere hohlkegelförmig, ausgebildet ist.

5. Durchfluß-Regelventil für ein flüssiges oder gasförmiges Strömungsmedium, mit einer Mehrzahl von Ventilöffnungen, die mittels eines Stellkörpers absperrbar sind und die im wesentlichen tangential in eine Wirbelkammer einmünden, derart, daß in der Wirbelkammer ein für die jeweilige Stellung des Stellkörpers stationärer Strömungswirbel erzeugt wird, an welchen die aus den Ventilöffnungen in die Wirbelkammer eintretenden Austrittsströme angelegt werden und welcher in einen sich an die Wirbelkammer coaxial anschließenden Abströmraum austritt, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Abströmraum (6) eine sich axial erstreckende Drallbremse (11) angeordnet ist, deren Einlauf (12) diffusorfrei ausgebildet ist und die aus mehreren als Rotationshohlkörper ausgebildeten, zu dem Abströmraum (6) konzentrischen Reibteilen (13 bis 15) besteht, die miteinander wenigstens einen Abströmspalt (16) bilden.

6. Durchfluß-Regelventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Reibteile als sich in Strömungsrichtung konisch verjüngende poröse oder gelöcherte Hohlkegel (13) ausgebildet sind, die unter Ausbildung der Abströmspalt (16) ineinander-

greifen.

7. Durchfluß-Regelventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Mehrzahl der Reibteile als in Radialebenen des Abströmraumes (6) verlaufende, im Abstand von dessen Wandung axial in engen Abständen voneinander angeordnete Ringplatten (14) ausgebildet sind, deren Innendurchmesser in Abströmrichtung von Ringplatte zu Ringplatte kleiner wird.

8. Durchfluß-Regelventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Mehrzahl der Reibteile als ineinander radial im Abstand voneinander angeordnete Rohre (15) rings eines Zentrals (17) ausgebildet sind.

9. Durchfluß-Regelventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (15) am Einlauf (12) miteinander einen sich in Abströmrichtung verjüngenden flachen Trichter (18) bilden.

10. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anströmkanten (19) der Reibteile abgerundet sind.

11. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abströmkanten (20) der Reibteile angeschärft sind.

12. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abströmspalte (16) zwischen den Rohren (15) in ihrer Spaltweite radial nach außen derart abnehmen, daß die Querschnitte der Spalte untereinander gleich sind.

13. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (15) in dem Abströmraum (6) von radialen Haltestegen (21) gehalten werden, die in der stromabwärtigen Hälfte der Drallbremse (11), jedoch im Abstand von deren stromabwärtigem Ende angeordnet sind.

14. Durchfluß-Regelventil nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltestege (21) ein stromlinienförmiges Profil haben, welches in einem spitzen Winkel gegenüber der Axialrichtung ange stellt ist.

15. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in den Rohrwänden flache Ringnuten ausgebildet sind.

16. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Drallbremse (11) stromabwärts in eine sich diffusorartig erweiternde Auslaßkammer (22) einmündet.

17. Durchfluß-Regelventil nach einem der Ansprüche 5 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß stromabwärts der Drallbremse (11) eine Auslaßkammer (22) mit tangentialem Abfluß (23) ausgebildet ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Durchfluß-Regelventil für ein flüssiges oder gasförmiges Strömungsmedium, mit einer Mehrzahl von Ventilöffnungen, die mittels eines Stellkörpers absperrbar sind und die im wesentlichen tangential in eine Wirbelkammer einmünden, derart, daß in der Wirbelkammer ein für die jeweilige Stellung des Stellkörpers stationärer Strömungswirbel erzeugt wird, an welchen die aus den Ventilöffnungen in die Wirbelkammer eintretenden Austrittsströme angelegt werden und welcher in einen sich an die Wirbelkammer coaxial anschließenden Abströmraum austritt.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Ven-

tilöffnungen in einem Hohlzylinder ausgebildet, welcher von einem Zuströmraum umgeben ist und die Wirbelkammer umgrenzt.

Ein derartiges Durchfluß-Regelventil ist aus der DE-PS 26 58 619 bekannt. Durch das Anlegen der Austrittsströme an den Strömungswirbel, der nach Richtung und Geschwindigkeit im wesentlichen mit den Austrittsströmen übereinstimmt, werden freie Grenzflächen der Austrittsströme Vermischungsturbulenzen sowie Unstetigkeitsflächen im Übergangsbereich zwischen den Austrittsströmen und dem diese umgebenden Strömungsmedium vermieden. Dadurch können die nicht an die Innenfläche des Hohlzylinders angelegten Bereiche der Austrittsströme von dem Strömungswirbel turbulenzfrei eingebunden werden, so daß eine wesentliche Ursache für die Entstehung von Strömungsgeräuschen beseitigt ist.

Bei der bekannten Ausführungsform ist der Stellkörper als den Hohlzylinder umgebender Stellzylinder ausgebildet, welcher den Ventilöffnungen, die als Axialschlitze ausgebildet sind, zugeordnete Durchflußschlitze aufweist. Durch Drehen des Stellzylinders werden daher die Ventilschlitze mehr oder weniger abgedeckt, wodurch die Durchflußregelung erreicht wird. Durch teilweises Abdecken der Ventilöffnungen kann es jedoch bei einem flüssigen Strömungsmedium zur Ausbildung von Kavitation in den Ventilschlitzen selbst kommen, weil die größte Strömungsgeschwindigkeit im Spalt zwischen dem einen, den Ventilschlitz teilweise abdeckenden Begrenzungsrand des Durchflußschlitzes und dem gegenüberliegenden Begrenzungsrand des Ventilschlitzes an dessen Eintritt auftritt. Überdies kann sich bei dem bekannten Steuerventil bei kleinen Spaltweiten der Strömungswinkel in der Wirbelkammer nicht mehr so gut ausbilden, so daß die Wirksamkeit des Steuerventils mit zunehmendem geringerem Durchsatz zunehmend geringer wird.

Durch die Erfindung wird die Aufgabe gelöst, ein Durchfluß-Regelventil der eingangs genannten Art so auszubilden, daß in der Wirbelkammer auch bei geringeren Durchsätzen ein möglichst starker Strömungswirbel entsteht und bei einem flüssigen Strömungsmedium die Ausbildung von Kavitationsblasen in den Ventilöffnungen und an der Innenfläche des Hohlzylinders weitestgehend vermieden wird. Dadurch sinkt die Materialerosion, wodurch das Regelventil auf den Abbau vergleichsweise großer Druckunterschiede und einen großen Regelbereich ausgelegt werden kann.

Gemäß der Erfindung sind bei dem Durchfluß-Regelventil der eingangs angegebenen Art der Zuströmraum als mit einem tangentialen Einlauf versehener Drallraum ausgebildet und der Hohlzylinder als Lochzylinder ausgebildet, an welchem die von den Löchern gebildeten Ventilöffnungen am Umfang und axial verteilt sind. Der Stellkörper ist ein in dem Hohlzylinder axial verschiebbarer Kolben und die Ventilöffnungen sind an ihrer Einlaufkante trichterförmig abgerundet und die Ventilöffnungen verjüngen sich bis zu der Wirbelkammer hin derart, daß ihr engster Querschnitt an der Innenfläche des Hohlzylinders liegt.

Durch die Ausbildung des Zuströmraumes als Drallraum wird ein Vordrall in dem Strömungsmedium erzeugt, der im Zusammenwirken mit den tangential in die Wirbelkammer einlaufenden Ventilöffnungen die Ausbildung eines relativ starken Wirbels in der Wirbelkammer noch bei Stellungen des Stellkörpers begünstigt, bei denen der Durchsatz gering ist. Hierzu trägt auch die Ausbildung des Stellkörpers als in dem Hohlzylinder

verschiebbarer Kolben bei, denn dadurch wird die Wirbelkammer bei dem Verschieben des Kolbens in Richtung auf dessen Schließstellung zu in Anpassung an den sich dadurch verringernden Durchsatz kleiner. Durch die Ausbildung des Stellkörpers als Kolben und die Ausbildung des engsten Querschnitts der Ventilöffnungen an der Innenfläche des Hohlzylinders entsteht außerdem bei einem flüssigen Strömungsmedium Kavitation, falls überhaupt, an dieser Innenfläche. Die dabei sich bildenden Blasen jedoch sammeln sich aufgrund der Zentrifugalkraft, unter welcher die schweren Flüssigkeitsteilchen radial nach außen geschleudert werden, im Bereich der Wirbelachse und befinden sich daher nicht in Wandnähe, wenn sie später zerplatzen.

Durch das trichterförmige Abrunden der Einlaufkanten der Ventilöffnungen wird dort ein Abreißen der Strömung vermieden. Durch die Ausbildung des Hohlzylinders als Lochzylinder gibt es die Möglichkeit, durch wechselnde Größe der Ventilöffnungen und deren wechselnden Verteilung am Umfang und entlang des Hohlzylinders die Regelcharakteristik des Regelventils in Abhängigkeit von den Axialstellungen des Stellkolbens zu beeinflussen.

Der Drallraum kann rings des Hohlzylinders spiralförmig ausgebildet sein, was theoretisch am günstigsten ist. Aus Fertigungsgründen wird jedoch ein der Spirale angenäherter Exzenterraum bevorzugt.

Die Rotationsenergie der aus der Wirbelkammer abströmenden Wirbelströmung wird in Umfangsrichtung durch Reibungseinflüsse an den Rohrwänden reduziert. Die sich ergebende Strömung während des Abbauens des Dralls ist stabil, solange der Druck entlang der Achse der Wirbelströmung abfällt. Falls es jedoch zum Beispiel aufgrund einer Querschnittsvergrößerung zu einem Druckanstieg entlang der Achse der Wirbelströmung kommt, solange diese noch stark ist, kann sich die Wirbelröhre abrupt vergrößern oder kann die Wirbelachse plötzlich eine spiralförmige Gestalt annehmen. Dies führt zum Aufplatzen des Wirbels. Ein solches "Wirbelaufplatzen" führt bei Flüssigkeiten zu Kavitation und bei gasförmigen und flüssigen Strömungsmedien zu heftigen Turbulenzen und Vermischungen und damit zur Geräuscherzeugung, die nach der Erfindung vermieden oder verringert werden sollen. Daher sollen Querschnittserweiterungen, in welche die Wirbelströmung als Ganzes einläuft, vor einer wirksamen Abschwächung des Wirbels vermieden werden. Von einer Querschnittsverengung am Ausgang der Wirbelkammer hingegen wird der Wirbel stabilisiert. Jedoch darf einer solchen Querschnittsverengung nicht eine erneute Querschnittserweiterung wie bei einer Blende folgen, weil dies wiederum zum Aufplatzen des Wirbels führt.

In einer Ausführungsform der Erfindung ist daher der Axialaustritt der Wirbelkammer als Staudüse ausgebildet, die dazu beiträgt, daß sich der Wirbel in der Wirbelkammer beim Öffnen des Ventils und beim Verstellen des Stellkolbens ungestört bilden bzw. anpassen kann und dort stabilisiert wird. Hierzu trägt auch eine konkave, insbesondere hohlkegelförmige, Ausbildung der die Wirbelkammer begrenzenden Stirnseite des Stellkolbens bei.

Allerdings führt die Ausbildung eines stationären, verhältnismäßig starken Strömungswirbels in der Wirbelkammer dazu, daß auch stromabwärts davon eine Wirbelströmung vorliegt, die durch Reibung an der Wand des Abströmrohres nur wenig an Intensität verliert. Messungen haben gezeigt, daß die Intensität eines turbulenten Wirbels in einem geraden Rohr nach einer

Länge, die 50 Rohrdurchmessern entspricht, erst auf 10 bis 20 Prozent der Anfangsintensität reduziert ist. Wenn daher der Wirbel hinter dem Regelventil nicht durch gesonderte Maßnahmen abgebaut wird, können durch die Wirbelströmung in folgenden Rohrkrümmern und dergleichen beträchtliche Schwingungen des Rohrsystems angeregt werden und nachfolgende Einrichtungen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

Erfindungsgemäß wird daher weiter vorgeschlagen, in dem Abströmraum eine sich axial erstreckende Drallbremse anzuordnen, deren Einlauf diffusorfrei ausgebildet ist und die aus mehreren, als Rotationshohlkörper ausgebildeten, zu dem Abströmraum konzentrischen Reibteilen besteht, die miteinander wenigstens einen Abströmspalt bilden. Wenngleich eine derartige Drallbremse bevorzugt bei einem Durchfluß-Regelventil mit den bereits angegebenen Merkmalen verwendet wird, kann eine solche Drallbremse mit Vorteil auch bei anderen Durchfluß-Regelventilen verwendet werden, bei denen in einer sich an die Ventilöffnungen anschließenden Wirbelkammer ein stationärer Strömungswirbel ausgebildet wird, an welchen die aus den Ventilöffnungen in die Wirbelkammer eintretenden Austrittsröhre angelegt werden.

Die sich mit ihrem Einlauf an die Wirbelkammer anschließende Drallbremse trägt ebenfalls zur Stabilisierung des Strömungswirbels in der Wirbelkammer bei. Die erfindungsgemäßen Drallbremsen sind so aufgebaut, daß die Tangentialgeschwindigkeit der Wirbelströmung durch vergrößerte Reibung in der Tangentialrichtung allmählich verringert wird, ohne dadurch jedoch wesentliche Strömungsinstabilitäten herbeizuführen.

Beispielsweise können die Reibteile als sich in Strömungsrichtung verjüngende poröse oder gelöcherte Hohlkegel ausgebildet sein, die unter Ausbildung des Abströmspales koaxial ineinandergreifen.

In einer anderen Ausführungsform sind wenigstens eine Mehrzahl der Reibteile als in Radialebenen des Abströmraumes im Abstand von dessen Wandung verlaufende, axial in engen Abständen voneinander angeordnete Ringplatten ausgebildet, deren Innendurchmesser in Abströmrichtung von Ringplatte zu Ringplatte kleiner wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist wenigstens eine Mehrzahl der Reibteile als koaxial ineinander radial im Abstand voneinander angeordnete Rohre mit Kreisquerschnitt rings eines Zentralsornes ausgebildet. Wenngleich hierbei die Rohre kegelförmige Rohrwände aufweisen können, die sich in Abströmrichtung etwas erweitern, oder von den Abströmspalten zwischen den Rohren konvergente-divergente Düsenpalte ausgebildet werden können, können die Rohre insbesondere auch hohlzylindrisch sein.

Die Drallbremse kann auch aus einer Kombination derartiger Reibteile zusammengestellt sein.

Der Zentralsorn in der Mitte der Rohranordnung ist vorgesehen, um eine Rückströmung im Zentrum der Rohranordnung zu vermeiden.

Vorzugsweise bilden die Rohre am Einlauf miteinander einen sich in Abströmrichtung verjüngenden flachen Trichter, wodurch der Wirbelkern des stationären Strömungswirbels in der Wirbelkammer besser stabilisiert wird.

Bevorzugt sind außerdem die Anströmkanten der Reibteile abgerundet, um am Einlauf der Drallbremse einer Turbulenzerzeugung entgegenzuwirken, und sind die Abströmkanten der Reibteile zugespitzt, um turbu-

lente Nachläufer zwischen benachbarten Teilströmen am Ausgang der Drallbremse zu vermeiden.

Bei der bevorzugten Ausbildung der Drallbremse aus ineinander angeordneten Rohren hat es sich als vorteilhaft gezeigt, die Abströmspalte zwischen den Rohren so zu bemessen, daß die Spalte in ihrer Spaltweite radial um Abströmraum nach außen abnehmen, so daß die lichten Querschnitte der Spalte untereinander und daher auch die Strömungsvolumina der durch die Spalte hindurchströmenden Teilströme untereinander gleich sind.

Die Rohre der Drallbremse werden in dem Abströmraum von radialen, dornartigen Haltestegen gehalten, von denen die Strömung in den Spalten möglichst wenig gestört wird. Vorzugsweise sind die Haltestege wegen der hohen Strömungsgeschwindigkeiten im Einlaufteil der Drallbremse in der stromabwärtigen Hälfte der Rohre, jedoch im Abstand von deren stromabwärtigen Enden angeordnet, weil sie am Ausgang der Drallbremse zusätzliche Übergeschwindigkeiten herbeiführen könnten, durch welche bei Flüssigkeiten Kavitation entstehen kann. Bevorzugt sind die Haltestege in der erforderlichen Anzahl im zweitletzten Viertel der Länge der Drallbremse angeordnet. Durch ein stromlinienförmiges Profil der Haltestege, welches entsprechend der jeweiligen Strömungsrichtung in den Spalten, die einer Schraubenlinie mit stromabwärts zunehmender Steigung entspricht, im spitzen Winkel gegenüber der Axialrichtung angestellt ist, kann der Entstehung von unstehtigen Turbulenzen Vermischungsgebieten und — bei Flüssigkeiten — von Kavitation an den Haltestegen zusätzlich entgegengewirkt werden.

An der Innen- und/oder Außenseite der Rohre können auch ausgerundete Ringnuten ausgebildet sein, die axial längs der Rohre verteilt sind. Hierdurch werden in den Ringnuten Sekundärwirbel angeworfen, die sich mit der Hauptströmung vermischen und dadurch einen verbesserten Drallabbau herbeiführen.

Um einen stromabwärts der Drallbremse noch bestehenden Restdrall abzubauen, kann die Drallbremse stromabwärts in eine Auslaßkammer einmünden, die sich stromabwärts diffusorartig erweitert. Zusätzlich oder alternativ zu der diffusorartig gestalteten Auslaßkammer kann diese mit einem tangentialen Abfluß ausgestattet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen erläutert, die wenigstens schematisch aus der Zeichnung ersichtlich sind. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 einen Axialschnitt eines Durchfluß-Regelventils gemäß der Erfindung,

Fig. 2 einen Querschnitt des Durchfluß-Regelventils aus Fig. 1 entlang der Schnittlinie II-II,

Fig. 3 die Einzelheit Z in Fig. 2 und

Fig. 4 bis 8 Beispiele für mögliche Ausführungsformen von Drallbremsen in schematischer Darstellung.

Das aus den Fig. 1 bis 3 ersichtliche Durchfluß-Regelventil für ein flüssiges oder gasförmiges Strömungsmedium weist rings eines Hohlzylinders 1, in welchem eine Mehrzahl von Ventilöffnungen 4 ausgebildet sind, einen als Drallraum ausgebildeten Zuströmraum 2 mit tangentialen Einlauf 7 auf. In dem Hohlzylinder 1 ist ein Stellkolben 5 verschiebbar, der in seinen Öffnungsstellungen mehr oder weniger der Ventilöffnungen 4 absperrt oder freigibt. An der Innenseite des Hohlzylinders 1 ist eine schmale Ringschulter 24 ausgebildet, die mit dem Stellkolben 5 in dessen Schließstellung als Ventilsitz zusammenwirkt. In den Öffnungsstellungen des

Ventilkolbens 5 wird in dem Hohlzylinder 1 zwischen der Ringschulter 24 und dem Stellkolben 5 eine Wirbelkammer 3 gebildet, in welche die jeweiligen, von dem Stellkolben freigegebenen Ventilöffnungen 4 im wesentlichen tangential einmünden. Daher entsteht in der Wirbelkammer 3 ein für die jeweilige Öffnungsstellung des Stellkolbens 5 stationärer Strömungswirbel. Da die Wirbelströmung im Bereich der Innenseite des Hohlzylinders 1 nach Geschwindigkeit und Richtung im wesentlichen mit dem aus den Ventilöffnungen 4 austretenden Austrittsströmen übereinstimmt, werden diese turbulenzfrei einerseits an die Innenfläche des Hohlzylinders 1 und andererseits an den Strömungswirbel angelegt.

Wie aus Fig. 2 im Querschnitt ersichtlich, verläuft die Umfangswand des Zuströmraumes 2 links des Hohlzylinders 1 über einen Winkel von etwa 290° hin spiralförmig. Der Hohlzylinder 1 ist gegenüber dem Spiralpol exzentrisch angeordnet und liegt an der einen Seite des Einlaufs 7, die mit dem die stärkere Krümmung aufweisenden Endabschnitt der Umfangswand des Zuströmraumes 2 einen Winkel von etwa 60° Grad einschließt, an diesem Endabschnitt an. In den anderen, die geringere Krümmung aufweisenden Endabschnitt der Umfangswand geht die Wandung des Einlaufs 7 an dessen anderen Seite tangential über. Der in dieser Weise rings des Hohlzylinders 1 gebildete Drallraum verengt sich daher von dieser anderen Seite des Einlaufs 7 aus zunehmend, bis er an dem Hohlzylinder 1 endet.

Die Ventilöffnungen 4, von denen im gezeigten Ausführungsbeispiel jeweils sechs am Umfang des Hohlzylinders gleichmäßig verteilt sind, sind entsprechend Fig. 3 an ihrer Einlaufkante 8 trichterförmig abgerundet und verjüngen sich zur Innenseite des Hohlzylinders 1 hin, so daß ihr engster Querschnitt 9 an der Innenseite des Hohlzylinders 1 liegt.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, schließt sich an die Ringschulter 24 ein zu der Wirbelkammer 3 konzentrischer zylindrischer Abströmraum 6 an, der stromabwärts in eine sich diffusorartig erweiternde Auslaßkammer 22 übergeht, die mit einem tangentialen Abfluß 23 versehen ist. In dem Abströmraum 6 ist eine Drallbremse 11 aus geraden zylindrischen Rohren 15 und einen von diesem umgebenden Zentralsporn 17 angeordnet, von denen enge Abströmpalte 16 begrenzt werden. Die Anströmkanten 19 der Rohre 15 sind abgerundet und deren Abströmkanten 20 sind beidseitig zugeschärft. Die Rohre 15 sind unterschiedlich lang und derart ineinander angeordnet, daß sie und der Zentralsporn 17 am Einlauf 12 der Drallbremse 11 einen flachen kegelförmigen Trichter 8 bilden, an der Abströmseite jedoch in einer gemeinsamen Radialebene enden. Die Stirnseite 10 des Stellkolbens 5 ist ebenfalls als flacher Hohlkegel ausgebildet. Durch eine derartige Form des Einlaufs 12 der Drallbremse 11 und der Stirnseite 10 des Stellkolbens 5 wird der Wirbelkern des sich in der Wirbelkammer 3 ausbildenden Strömungswirbels stabilisiert.

Die Drallbremse 11 dient zur Reduzierung der Tangentialgeschwindigkeitskomponente der abströmenden Wirbelströmung aufgrund der Reibung an den von den Rohren 15 gebildeten Begrenzungswänden der Abströmpalte 16. Dadurch folgen die Stromlinien der Wirbelströmung in den Abströmpalten 16 einer Schraubenlinie, die stromabwärts zunehmend steiler wird. Die Rohre 15 und der Zentralsporn 17 werden von Haltestegen 21 gehalten, deren Profil stromlinienförmig ist und die entsprechend der jeweiligen Steigung der Schraubenlinie im Winkel gegenüber der Achsrichtung der Drall-

bremse 11 angestellt sind. Bei der Ausführungsform aus Fig. 1 sind die Haltestege 21 in zwei Umfangsreihen im in Strömungsrichtung gesehen dritten Viertel der Länge der Drallbremse 11 verteilt angeordnet. Die Länge der Drallbremse beträgt im Ausführungsbeispiel etwa zwei Durchmesser des Abströmraumes 6.

Die das Ventil durchströmende Flüssigkeit erhält im Zuströmraum 2 einen Vordrall und strömt durch die Ventilöffnungen 4 etwa tangential in die Wirbelkammer 3 ein, wo die Ventilöffnungen 4 verlassenden Austrittsströme von dem sich in der Wirbelkammer 3 bildenden Strömungswirbel turbulenzfrei eingebunden werden. Die Tangentialgeschwindigkeitskomponente der durch die Drallbremse 11 abströmenden Wirbelströmung wird in der Drallbremse 11 stark abgebaut und in dem Diffusorteil der Auslaßkammer 22 weiter reduziert, bis sie aufgrund der tangentialen Anordnung des Abflusses 23 praktisch vollständig verschwunden ist.

Beispiele für mögliche Ausführungsformen von Drallbremsen sind aus den Fig. 4 bis 8 ersichtlich. Die Ausführungsform aus Fig. 4 ist ähnlich zu derjenigen aus Fig. 1, wobei sich jedoch die Rohre 15 stromabwärts mit kleinem Öffnungswinkel diffusorartig erweitern. Nach Fig. 5 besteht die Drallbremse 11 aus einer Mehrzahl von axial in engen Abständen voneinander angeordneten Ringplatten 14, deren Außen- und Innendurchmesser in Strömungsrichtung von Ringplatte zu Ringplatte kleiner werden. Das stromabwärtige Ende dieser Drallbremse 11 wird von einem Endkegel 25 gebildet und die Ringplatten 14 werden von an ihrem Außenumfang angreifenden Haltestegen 26 zusammengehalten.

Bei der Ausführungsform aus Fig. 6 besteht die Drallbremse aus mehreren gelöcherten Hohlkegeln 13, die sich in Strömungsrichtung verjüngen und axial ineinandergreifen. Fig. 7 stellt eine Kombination von konzentrischen, unter Ausbildung der Abströmplatte 16 radial im Abstand voneinander angeordneten Rohren 15 mit einem gelöcherten Hohlkegel 13 an der Abströmseite der Rohre 15 dar, der sich in Strömungsrichtung verjüngt und in dem die Rohre 15 festgelegt sind. Bei der Ausführungsform der Drallbremse aus Fig. 8 sind mehrere sich in Abströmrichtung verjüngende poröse Hohlkegel 13 vorgesehen, deren Kegelwinkel in Abströmrichtung von Hohlkegel zu Hohlkegel kleiner wird und die ineinander angeordnet sind.

- Leerseite -

**Nummer:** 37 17 128  
**Int. Cl.4:** F 16 K 47/02  
**Anmeld tag:** 21. Mai 1987  
**Offenl gungstag:** 8. D zember 1988

1/4

Fig. 1

Fig. 2

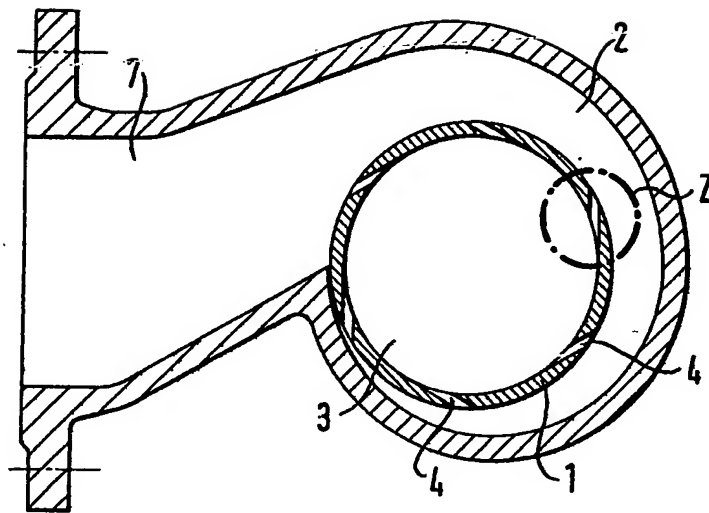
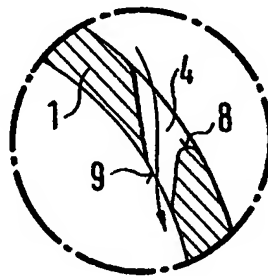


Fig. 3





3717128

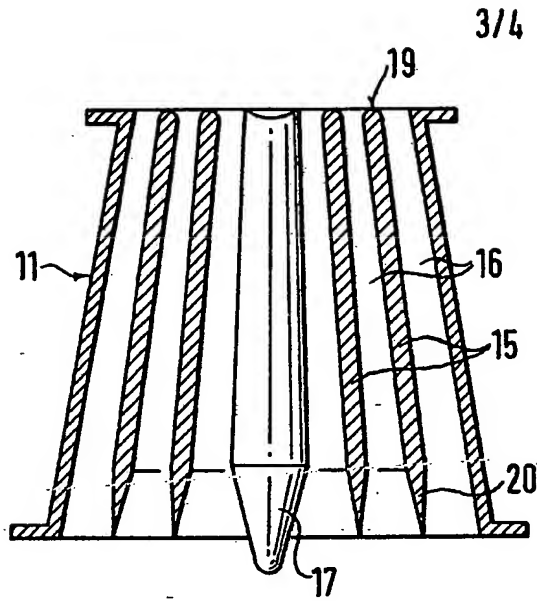


Fig. 4

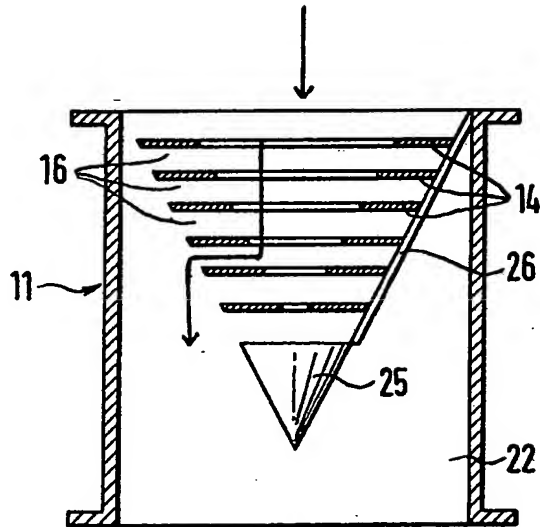
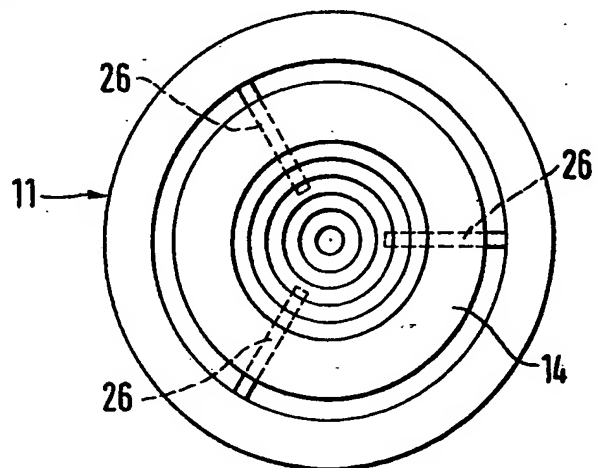


Fig. 5



10.05.87

4/4

3717128

17

Fig. 6

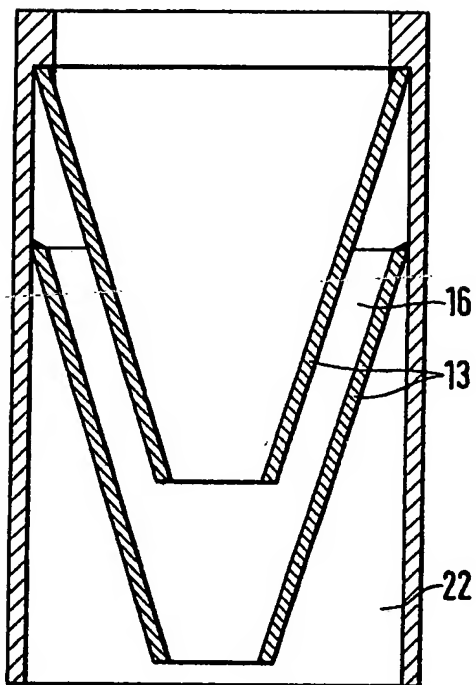


Fig. 7

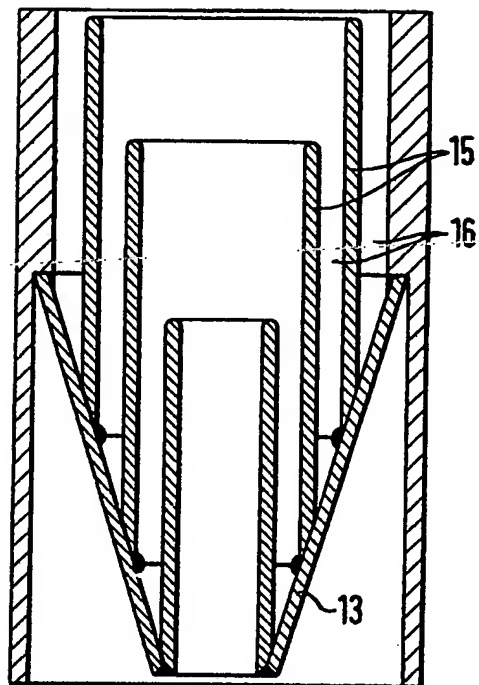


Fig. 8

